

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-307562
(P2002-307562A)

(43) 公開日 平成14年10月23日 (2002. 10. 23)

(51) Int.Cl.⁷
B 2 9 C 67/00
// B 2 9 K 103: 00

識別記号

F I
B 2 9 C 67/00
B 2 9 K 103: 00

テ-マコ-ト*(参考)
4 F 2 1 3

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-157751(P2001-157751)
(22) 出願日 平成13年5月25日 (2001. 5. 25)
(31) 優先権主張番号 特願2001-30888(P2001-30888)
(32) 優先日 平成13年2月7日 (2001. 2. 7)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006079
ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル
(72) 発明者 久保 直樹
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
(72) 発明者 棚田 寿夫
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
(74) 代理人 100089233
弁理士 吉田 茂明 (外2名)

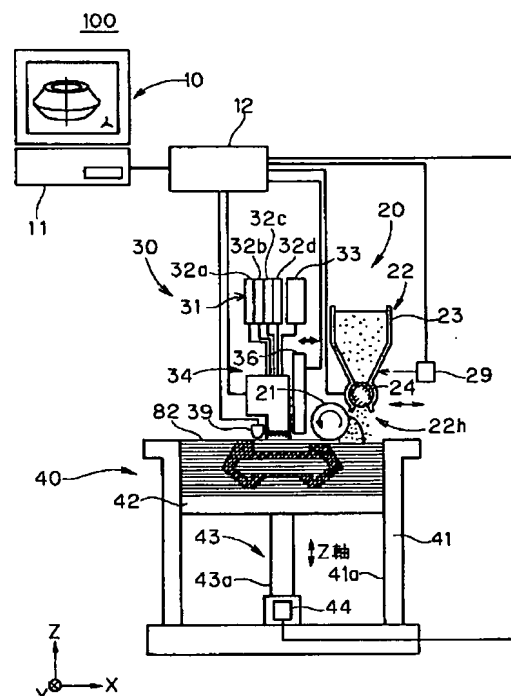
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元造形装置、および三次元造形方法

(57) 【要約】

【課題】 短時間で三次元造形物を生成できる三次元造形技術を提供する。

【解決手段】 三次元造形装置100では、薄層形成部20を+X方向に移動させつつ開口22hから粉末材料を落下させ、造形ステージ42上に粉末層82を形成する。この粉末層82における選択領域に対して、ヘッド部34から紫外線硬化樹脂のバインダを吐出する。そして、紫外線照射部39から紫外線を粉末層82に照射することにより、粉末層82に塗布された紫外線硬化樹脂を硬化させ粉末材料を結合する。この動作を順次に形成する粉末層82に対して繰り返すことにより、三次元造形物が生成される。このようにバインダとして紫外線硬化樹脂を使用し、紫外線照射により迅速に粉末材料が結合できるため、短時間で三次元造形物を生成できることとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、

- (a)粉末材料の層を順次に形成する層形成手段と、
- (b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与手段と、
- (c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射手段と、を備え、前記放射手段によって前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項2】 請求項1に記載の三次元造形装置において、前記放射手段は、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の三次元造形装置において、

- (d)前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色手段、をさらに備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項4】 請求項3に記載の三次元造形装置において、前記着色手段は、

- (d-1)異なる色の着色キャリアをそれぞれ吐出する複数のノズル、を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項5】 請求項3または請求項4に記載の三次元造形装置において、前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の三次元造形装置において、前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の三次元造形装置において、前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項8】 請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の三次元造形装置において、前記層形成手段は、

- (a-1)複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給手段、を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項9】 請求項8に記載の三次元造形装置において、前記供給手段は、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給可能であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項10】 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記付与手段は、圧電素子によって前記結合剤を吐出し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項11】 請求項2に記載の三次元造形装置において、

前記層形成手段の能動化と並行して前記付与手段と前記放射手段とを能動化し、前記粉末材料の層に係る結合体を形成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項12】 請求項11に記載の三次元造形装置において、

前記付与手段は、前記層形成手段と前記放射手段との間に設けられることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項13】 請求項2に記載の三次元造形装置において、

前記層形成手段を能動化して前記粉末材料の層が形成された後に、前記付与手段と前記放射手段とを能動化して前記粉末材料の層に係る結合体を形成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項14】 請求項13に記載の三次元造形装置において、

前記層形成手段と前記付与手段と前記放射手段とを一体として保持する保持手段、をさらに備え、前記保持手段では、前記放射手段が前記層形成手段と前記付与手段との間に配置されることを特徴とすることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項15】 請求項13に記載の三次元造形装置において、

前記層形成手段と前記付与手段と前記放射手段とを一体として保持する保持手段、をさらに備え、前記保持手段では、前記付与手段が前記層形成手段と前記放射手段との間に配置されることを特徴とすることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項16】 請求項2ないし請求項15のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記放射手段は、主走査および／または副走査を伴って、前記特定のエネルギーを放射することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項17】 粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、

- (a)粉末材料の層を順次に形成する層形成工程と、
- (b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与工程と、
- (c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射工程と、を備え、前記放射工程において前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項18】 請求項17に記載の三次元造形方法において、前記放射工程においては、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項19】 請求項17または請求項18に記載の三次元造形方法において、

(d)前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色工程、をさらに備えることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項20】 請求項19に記載の三次元造形方法において、前記着色工程は、

(d-1)複数のノズルから異なる色の着色キャリアを吐出する吐出工程、を有することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項21】 請求項19または請求項20に記載の三次元造形方法において、

前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍であることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項22】 請求項17ないし請求項21のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項23】 請求項17ないし請求項22のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項24】 請求項17ないし請求項23のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記層形成工程は、

(a-1)複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給工程、を有することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項25】 請求項24に記載の三次元造形方法において、

前記供給工程においては、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項26】 請求項17ないし請求項25のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記付与工程においては、圧電素子によって前記結合剤を吐出し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項27】 請求項18に記載の三次元造形方法において、

前記層形成工程と並行して前記付与工程と前記放射工程を行い、前記粉末材料の層に係る結合体を形成することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項28】 請求項18に記載の三次元造形方法に

おいて、

前記層形成工程において前記粉末材料の層が形成された後に、前記付与工程と前記放射工程とを行って前記粉末材料の層に係る結合体を形成することを特徴とする三次元造形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、三次元造形技術に関し、特に、結合剤を付与して粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の三次元造形装置においては、粉末材料の層に対して、乾燥して硬化するバインダをインクジェットなどで吐出し、粉末材料の結合体を順次に形成し三次元造形物を造形するものがある。この三次元造形装置では、例えば、次のような動作が行われ、三次元造形物が生成される。

【0003】まず、ローラ機構などにより石膏や澱粉の粉末材料を薄層をに均一に拡げる。次に、この粉末材料の薄層において造形すべき領域にインクジェットのヘッドを走査し、乾燥で硬化するバインダを塗布する。このバインダが塗布された領域の粉末材料は下層、あるいは隣接する硬化領域と結合する。造形が完了するまで、粉末材料の薄層を順次に形成し、バインダを塗布する工程を繰り返す。造形が完了すれば、バインダが塗布されない領域の粉末材料は個々に独立した状態を保つため、バインダで結合された三次元造形物を取り出せることとなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の三次元造形装置では、乾燥によって硬化するバインダを使用するため、バインダ塗布後にバインダを乾燥させ粉末材料を結合させる時間を必要とし、造形の高速化が困難である。

【0005】また、インクジェットのヘッドを用いて上記バインダを塗布する場合には、ノズル部の穴径が非常に細い(20 μ m以下)ため、強い接着力を持つバインダを使用すると、ノズル部で乾燥により硬化して目詰りを起こし易い。このような不具合が発生すれば目詰まりを起こしたノズルによってバインダを塗布すべき領域の粉末材料が結合されず、三次元造形物の形状精度や強度が低下してしまう要因となる。

【0006】このため、インクジェットのヘッドを用いる場合は、弱い接着力のバインダしか用いることができず、完成した三次元造形物の強度が低くなる。また、この場合、弱い接着力のバインダで結合する粉末材料しか使用できず、粉末材料を選択する自由度が制限される。

【0007】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、短時間で三次元造形物を生成できる三次元造形

技術を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、請求項1の発明は、粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、(a)粉末材料の層を順次に形成する層形成手段と、(b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与手段と、(c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射手段とを備え、前記放射手段によって前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成される。

【0009】また、請求項2の発明は、請求項1の発明に係る三次元造形装置において、前記放射手段は、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射する。

【0010】また、請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明に係る三次元造形装置において、(d)前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色手段をさらに備える。

【0011】また、請求項4の発明は、請求項3の発明に係る三次元造形装置において、前記着色手段は、(d-1)異なる色の着色キャリアをそれぞれ吐出する複数のノズル、を有する。

【0012】また、請求項5の発明は、請求項3または請求項4の発明に係る三次元造形装置において、前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍である。

【0013】また、請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化する。

【0014】また、請求項7の発明は、請求項1ないし請求項6のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化する。

【0015】また、請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記層形成手段は、(a-1)複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給手段を有する。

【0016】また、請求項9の発明は、請求項8の発明に係る三次元造形装置において、前記供給手段は、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給可能である。

【0017】また、請求項10の発明は、請求項1ないし請求項9のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段は、圧電素子によって前記結合剤を吐出し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与する。

【0018】また、請求項11の発明は、請求項2の発明に係る三次元造形装置において、前記層形成手段の能動化と並行して前記付与手段と前記放射手段とを能動化

し、前記粉末材料の層に係る結合体を形成する。

【0019】また、請求項12の発明は、請求項11の発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段は、前記層形成手段と前記放射手段との間に設けられる。

【0020】また、請求項13の発明は、請求項2の発明に係る三次元造形装置において、前記層形成手段を能動化して前記粉末材料の層が形成された後に、前記付与手段と前記放射手段とを能動化して前記粉末材料の層に係る結合体を形成する。

【0021】また、請求項14の発明は、請求項13の発明に係る三次元造形装置において、前記層形成手段と前記付与手段と前記放射手段とを一体として保持する保持手段、をさらに備え、前記保持手段では、前記放射手段が前記層形成手段と前記付与手段との間に配置される。

【0022】また、請求項15の発明は、請求項13の発明に係る三次元造形装置において、前記層形成手段と前記付与手段と前記放射手段とを一体として保持する保持手段、をさらに備え、前記保持手段では、前記付与手段が前記層形成手段と前記放射手段との間に配置される。

【0023】また、請求項16の発明は、請求項2ないし請求項15のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記放射手段は、主走査および／または副走査を伴って、前記特定のエネルギーを放射する。

【0024】また、請求項17の発明は、粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、(a)粉末材料の層を順次に形成する層形成工程と、(b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与工程と、(c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射工程とを備え、前記放射工程において前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成される。

【0025】また、請求項18の発明は、請求項17の発明に係る三次元造形方法において、前記放射工程においては、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射する。

【0026】また、請求項19の発明は、請求項17または請求項18の発明に係る三次元造形方法において、(d)前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色工程をさらに備える。

【0027】また、請求項20の発明は、請求項19の発明に係る三次元造形方法において、前記着色工程は、(d-1)複数のノズルから異なる色の着色キャリアを吐出する吐出工程を有する。

【0028】また、請求項21の発明は、請求項19または請求項20の発明に係る三次元造形方法において、

前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍である。

【0029】また、請求項22の発明は、請求項17ないし請求項21のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化する。

【0030】また、請求項23の発明は、請求項17ないし請求項22のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化する。

【0031】また、請求項24の発明は、請求項17ないし請求項23のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記層形成工程は、(a-1)複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給工程を有する。

【0032】また、請求項25の発明は、請求項24の発明に係る三次元造形方法において、前記供給工程においては、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給する。

【0033】また、請求項26の発明は、請求項17ないし請求項25のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記付与工程においては、圧電素子によって前記結合剤を吐出し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与する。

【0034】また、請求項27の発明は、請求項18の発明に係る三次元造形方法において、前記層形成工程と並行して前記付与工程と前記放射工程とを行い、前記粉末材料の層に係る結合体を形成する。

【0035】また、請求項28の発明は、請求項18の発明に係る三次元造形方法において、前記層形成工程において前記粉末材料の層が形成された後に、前記付与工程と前記放射工程とを行って前記粉末材料の層に係る結合体を形成する。

【0036】

【発明の実施の形態】＜第1実施形態＞

＜三次元造形装置の要部構成＞図1は、本発明の第1実施形態に係る三次元造形装置100の要部構成を示す図である。

【0037】三次元造形装置100は、制御部10と、薄層形成部20と、バインダ付与部30と、造形部40とを備えて構成されている。

【0038】制御部10は、コンピュータ11と、コンピュータ11と電氣的に接続する駆動制御部12とを備えている。

【0039】コンピュータ11は、内部にCPUやメモリ等を備えて構成される一般的な桌上型コンピュータ等である。このコンピュータ11は、三次元形状の造形物を形状データとしてデータ化し、それを平行な幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データを駆動制御部12に対して出力する。

【0040】駆動制御部12は、薄層形成部20とバイン

ダ付与部30と造形部40とをそれぞれに駆動する制御手段として機能する。駆動制御部12は、コンピュータ11から断面データを取得すると、その断面データに基づいて上記の各部に対して駆動指令を与えることにより造形部40において粉末材料の供給及び伸展を行わせ、造形部40に粉末の結合体を一層ごとに順次形成していくように統括制御する。

【0041】また、駆動制御部12は、断面データに基づいて粉末材料を結合させる選択領域を特定して、薄層形成部20において粉末材料の薄層を一層分形成すると共に結合剤となるバインダを層表面の所定領域に吐出するように駆動制御する。

【0042】薄層形成部20は、層形成手段として機能する伸展ローラ21と、粉末供給機構22と、例えばモータを有する駆動部29とを備えて構成される。この薄層形成部20は駆動部29によってX方向に沿って往復移動可能となっている。

【0043】伸展ローラ21および粉末供給機構22は、Y方向に長く伸びており、駆動部29によるX方向に沿った1回の動作で、造形部40に粉末材料の薄層形成を行うことができるように構成されている。

【0044】粉末供給機構22は、薄層形成部20が+X方向に移動する場合に、伸展ローラ21の進行方向前方側（すなわち、進行方向の下流側）に位置するように配置されている。そして、薄層形成部20が+X方向に移動する際には、伸展ローラ21と粉末供給機構22とが能動化され、粉末供給機構22が伸展ローラ21の移動方向前方側に粉末材料を供給する。

【0045】粉末供給機構22の上部側は、石膏や澱粉などの粉末材料を収容するための粉末容器23として構成されており、その粉末容器23の下部側には多孔質の供給ローラ24が設けられる。

【0046】供給ローラ24の表面は多孔質となっており、粉末容器23の粉末材料と接する部分の孔部には、粉末材料が充填される。そして、この供給ローラ24が回転することにより、ローラ表面の孔部に充填された粉体が粉末供給機構22の最下部に形成された開口22h側に導かれ、その開口22hより粉末材料が落下することで、造形部40に粉末材料が供給される。

【0047】伸展ローラ21は、この供給ローラ24の回転に連動して、回転するように構成されている。これにより、粉末供給機構22の開口22hから落下した粉末材料を適切に伸展できることとなる。

【0048】粉末容器23に収容される粉末材料については、発色を良くするため、白色のものを使用するのが好ましい。白い用紙の上に印刷する場合などにおいては、彩色箇所のみ有色のインクを塗布することで下地の白色とのバランスで色の階調表現が可能となるが、三次元造形物の彩色にも同様のことが言えるため、白色の粉末材料を使用するのが望ましいこととなる。

【0049】バインダ付与部30は、タンク部31と、ヘッド部34と、紫外線照射部39とを備えている。

【0050】タンク部31は、4つのインクタンク32と、バインダタンク33とを備えている。

【0051】インクタンク32a～32d内には、それぞれ異なる色成分、Y（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）の3原色およびW（ホワイト）に着色された液状インクが収容されている。なお、着色キャリアとして働く各インクは、粉末材料と結合しても変色しないものであり、長時間経過しても変色・退色しないものを使用するのが望ましい。

【0052】バインダタンク33は、遮光性の素材で形成されており、その中に液状の紫外線硬化樹脂が収容されている。この紫外線硬化樹脂については、インクジェットヘッドを用いて吐出が可能のように粘度の低いもの、例えば分子量の低いアクリルモノマー系の樹脂を利用するのが好ましい。なお、紫外線硬化樹脂として、エポキシ系の樹脂などを利用しても良い。

【0053】インクタンク32a～32d、バインダタンク33の各タンクにはチューブが敷設されており、タンク内の液体がヘッド部34に個別に導かれる。このバインダタンク33からヘッド部34に敷設されているチューブは遮光性の素材で形成されている。

【0054】図2は、ヘッド部34の要部構成を示す図である。

【0055】ヘッド部34は、ヘッド部本体35と、ヘッド部本体35に連結する駆動部36と、ヘッド部本体35の下で突出する複数の吐出ノズル37a～37eと、遮光板38とを備えている。

【0056】ヘッド部34は、インクジェット方式等で微小な液滴として上記各色のインクおよび紫外線硬化樹脂を吐出ノズル37a～37eから吐出（噴出）できるように構成されている。このヘッド部34は、着脱自在のピエゾ方式のインクジェットヘッド、すなわち圧電素子のたわみ変形による体積変化によって吐出力を得ての吐出を行うヘッドとして構成されるのが好ましい。このような構成のヘッド部34により、バインダである紫外線硬化樹脂の物性によらず安定して吐出できるとともに、万が一、ヘッド部34でバインダの硬化による吐出ノズル37の詰まり等のトラブルが発生しても着脱自在で交換が容易にできるため、迅速な復旧が可能となる。

【0057】駆動部36は、X方向に伸びるガイドレール（図示せず）に沿って、ヘッド部34をX方向に移動自在となっている。

【0058】各吐出ノズル37a～37eは、Y方向に複数のバインダ吐出孔を有するマルチノズル機構となっており、駆動制御部12が複数のバインダ吐出孔のうちから粉末の結合体を形成するのに必要なバインダ吐出孔を選択して、バインダ吐出を個別に制御することが可能となっている。そして、各吐出ノズル37a～37eか

ら吐出されるインクおよび紫外線硬化樹脂は、吐出ノズル37に対向する位置に設けられている造形部40の粉末層82に付着する。

【0059】遮光板38は、吐出ノズル37を矩形状に覆うように形成されており、紫外線を含む光が吐出ノズル37eに到達するのを阻止する。この遮光板により、吐出ノズル37eの目詰まりが防止できる。

【0060】紫外線照射部39は、粉末層82に付与された紫外線硬化樹脂を硬化させて粉末材料を結合するために、粉末層82に対して紫外領域の波長に係る光エネルギーとしての紫外線を照射する部位である。

【0061】図1に戻り、説明を続ける。

【0062】造形部40は、中央に凹状部を有する造形部本体41、造形部本体41の凹状部の内部に設けられている造形ステージ42、造形ステージ42をZ方向に移動させるZ方向移動部43と、Z方向移動部43を駆動する駆動部44を備えている。

【0063】造形部本体41は、三次元造形物を生成するための作業領域を提供する役目を果たしている。

【0064】造形ステージ42は、XY断面において矩形型の形状を有し、その側面が造形部本体41における凹状部の垂直内壁41aと接している。そして、この造形ステージ42と造形部本体41の垂直内壁41aとで形成される直方体状の三次元空間が、三次元造形物を生成するための造形空間として機能する。すなわち、吐出ノズル37eから吐出されたバインダにより、造形ステージ42上にて粉末を接合させて三次元造形物が作成されることとなる。

【0065】Z方向移動部43は、造形ステージ42と連結する支持棒43aを有している。そして、支持棒43aが、駆動部44によって垂直方向に昇降駆動されることにより、支持棒43aと連結する造形ステージ42のZ方向の移動が可能となっている。

【0066】＜三次元造形装置100の動作＞図3は、三次元造形装置100の基本的な動作を示すフローチャートである。以下、同図を参照して、その基本動作を説明する。

【0067】ステップS1では、コンピュータ11が、表面にカラー模様等が施された三次元造形対象物を表現したモデルデータが作成される。造形するための基になる形状データには、一般の三次元CADモデリングソフトウェアで作成されるカラー三次元モデルデータを使用することができる。また、三次元形状入力装置で計測された形状データおよびテクスチャを利用することも可能である。

【0068】モデルデータにおいては、色情報が三次元モデルの表面にのみ付与されているもの、または色情報がモデル内部まで付与されているものがある。後者の場合でも造形に際してモデル表面の色情報のみを使用することが可能であるし、モデル内部の色情報も使用するこ

とが可能である。例えば、人体モデル等の三次元造形物を生成する際、各内臓ごとに異なる色で彩色を施したい場合もあり、その場合にはモデル内部の色情報を使用する。

【0069】ステップS2では、コンピュータ11が上記のモデルデータから造形対象物を水平方向にスライスした各断面ごとの断面データを生成する。モデルデータから積層する粉末の一層分の厚みに相当するピッチ（層厚 t ）でスライスされた断面体を切り出し、形状データおよび彩色データを作成する。なお、スライスするピッチは、所定範囲内（粉末を結合可能な厚みの範囲）で変更可能である。

【0070】図4は、ステップS2で生成される断面データの一例を示す図である。図4に示すように、モデルデータから色情報を含めて断面体を切り出し、格子状に細分化する。それを、2次元画像のビットマップと同様に扱い、各色毎のビットマップ情報に変換する。このビットマップ情報は階調などを考慮した情報となっている。ここでは、三次元造形物の表面に現れる部分のみが、YCMWの色情報を有している。

【0071】ステップS3では、造形対象物を造形する際における粉末の積層厚さ（断面データ作成の際のスライスピッチ）及び積層数（断面データセットの数）に関する情報が、コンピュータ11から駆動制御部12に入力される。

【0072】次のステップS4以降については、駆動制御部12が各部を制御することによって行われる動作である。図5は、これらの動作を説明する概念図である。以下では、同図を参照しながら説明する。

【0073】ステップS4では、造形ステージ42において粉末の第N層目（ $N=1, 2, \dots$ ）の結合体を形成するために、造形ステージ42がZ方向移動部43により、コンピュータ11から入力された上記層厚 t に基づき、その厚さに相当する距離だけ下降されて保持される。初期状態では、造形ステージ42は造形部40の上端位置と同一の高さ位置に位置しており、そこから層厚 t に応じた距離だけ下降することとなる。そして、造形ステージ42は、粉末材料による1層分形成ごとに順次層厚 t に応じた距離だけ段階的に下降する。これにより、造形ステージ42上に粉末材料が堆積され、バインダによる必要な結合が完了した粉末層の上方に、新たな粉末の層を1層分形成するためのスペースを形成することができる。

【0074】ステップS5では、薄層形成部20を+X方向に向かう移動を行うことにより、三次元造形物の造形において材料となる粉末の供給を行いつつ粉末材料の1層分の薄層形成を行うとともに、ヘッド部34から所定領域に、紫外線硬化樹脂の吐出を行うことで粉末材料の必要な部分の結合を行う。

【0075】図5(a)に示すように、薄層形成部20が

+X方向に移動する際には、伸展ローラ21の最下点が造形部40の上端部と同一高さ位置となるように下降し、その状態で+X方向への移動が行われることで、粉末供給機構22と伸展ローラ21とによる粉末材料の均一な薄層形成が正確に行われる。

【0076】粉末供給機構22から1層分形成時（X方向に沿った1回の移動を行う間）に供給される粉末材料の量は、1層分形成に必要な量よりも若干多めに設定され、造形空間内の任意の位置において粉末不足が生じることを回避している。このため、1層分形成後は粉末材料が余ることとなるが、余った粉末材料は回収して、再度利用可能である。

【0077】また、ヘッド部34も薄層形成部20の移動と一体となって+X方向に移動し、駆動制御部12からの制御信号に基づいて吐出ノズル37eから伸展された粉末層に対して紫外線硬化樹脂のバインダを吐出する。このとき、駆動制御部12は、断面データの形状データ（図4参照）に基づいてヘッド部34に対して制御信号を与えることにより、造形すべき選択領域に対してバインダが塗布される。

【0078】ステップS6では、ヘッド部34と一体となって移動する紫外線照射部39によって粉末材料の薄層に対して紫外線を照射する。これにより、粉末材料の薄層に塗布された紫外線硬化樹脂のバインダが硬化されることとなる。その結果、粉末層ごとに粉末材料の結合体が生成されるとともに、バインダが塗布されない領域の粉末材料は個々に独立した状態を保つこととなる。

【0079】そして、薄層形成部20が図5(b)に示すような位置に到達すれば、1回の粉末材料の結合動作が終了し、1層分の造形が完了することとなる。

【0080】ステップS7では、-X方向に向かってヘッド部34の移動を行い、紫外線照射によりバインダが硬化し形成された粉末材料の結合体に、吐出ノズル37a~37dから各色のインクを吐出する。このとき、駆動制御部12は、断面データにおけるYCMWの彩色データ（図4参照）に基づいてヘッド部34に対して制御信号を与えることにより、三次元造形物の表面近傍となる彩色領域に対してインクが塗布される。これにより、三次元造形物に対して、所望の彩色が施せることとなる。なお、この際には、粉末層82に塗布された紫外線硬化樹脂の硬化を確実にするため、紫外線照射部39から紫外線を照射するのが好ましい。

【0081】一般に、彩色を行うためにはY、M、Cの三原色を混色すればよいが、色の濃淡（階調）を表現するためには、三原色に加えて白色のバインダを吐出し混色することが有効となる。一般のプリンタ等では白色の紙にインク、トナー等で字、画像をプリントしていくため、基材となる紙の白色を利用すれば白色インクは必要でなく、Y、M、Cの三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができる。しかしながら、

三次元造形の材料となる粉末の色が白色でないような場合には、白色のバインダを使用することが特に有効となる。

【0082】このように三次元造形物に彩色を施す際の濃淡を表示する場合のインクの吐出形態の一例について説明する。

【0083】図6は、シアンについての階調表現の一例を示す図である。駆動制御部12において所定の階調変換が行われると、断面データに含まれる多値の階調データは基本ドット領域(図6の最小矩形)ごとの2値データに変換される。この2値データはインクを吐出する各吐出ノズル37a~dをON/OFF制御するための情報となる。淡いシアンを表示する場合には、2×2のマトリクス配列のうち1つの基本ドット領域にシアンを吐出し、他の基本ドット領域にはホワイトを吐出する。また、濃いシアンを表示する場合には基本集合領域の全体にシアンを吐出する。このように基本集合領域に対するシアンのインクとホワイトのインクとの吐出割合を変化させることにより、淡いシアンから濃いシアンへの階調変化を適切に表現することが可能になる。

【0084】次に、図7は淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。図7の左端は淡いシアンを表現する際のCとWとの吐出パターンであり、右端は淡いイエローを表現する際のYとWとの吐出パターンである。淡いシアンからシアンとイエローとの混合色を経て淡いイエローへと変化させる際には図7に示すように基本集合領域内へのCとYとWとを吐出する割合を所望に変化させていくことによって、そのような色の変化を表現することが可能になる。

【0085】図8は、上記の彩色のための基本集合領域が複数個集合したものを示している。図8(a)はCとWとの吐出パターンを示しており、図8(b)は図8(a)の吐出パターンによって表現される彩色形態を具体的に示している。図8に示すように駆動制御部12が吐出パターンを制御することによって三次元造形物の造形過程における彩色を行うことが可能になる。

【0086】ステップS8では、三次元造形物の造形が完了したかを判定する。ここで、造形が完了していない場合には、第N層目の上側に第N+1層目の新たな粉末の結合体を形成する動作が行われる。そして、三次元造形物の造形が完了すると、バインダが付与されていない独立した個々の粉末材料を分離することにより、バインダで結合された粉末材料の結合体(三次元造形物)を取り出すことができる。なお、結合されなかった粉末材料は回収して、再度粉末材料として利用しても良い。

【0087】このように、図5(a)~(f)に示す動作を積層数だけ繰り返すことにより、ステージ42上に一層ごとのカラー化された結合体が順次積層されていき最終的に造形対象物の三次元造形物が造形ステージ42上に造形されることとなる。

【0088】以上のような三次元造形装置100の動作により、紫外線の照射で硬化する紫外線硬化樹脂をバインダとして使用するため、造形時間が短縮され、短時間で三次元造形物を生成できる。また、紫外線の有無によりバインダの硬化をコントロールできるため、吐出ノズルで紫外線を遮断すればバインダの流動性が確保でき、目詰まりを防止できる。

【0089】さらに、従来の三次元造形装置では、粉末材料の各層ごとにバインダを硬化させる動作を行っていないため、以下のような問題点があった。

【0090】(1) 粉末材料の各層で造形領域にバインダを塗布した後に、さらにインクを塗布して彩色する場合、バインダが硬化しない状態でインクを塗布するため、にじみが生じて色再現性、分解能が低下する。

【0091】(2) バインダが硬化しない状態で上部の粉末材料層が形成されるため、三次元造形物の表示面に現れるべき領域に、その周囲の未固化領域の粉末材料が付着してしまい、完成した三次元造形物の形状精度や色再現性が低下する。

【0092】以上の問題点については、三次元造形装置100において、各層ごとに紫外線を照射し粉末材料を結合させた後に彩色を施すため、色再現性などが向上することとなる。

【0093】<第2実施形態>図9は、本発明の第2実施形態に係る三次元造形装置100Aの要部構成を示す図である。

【0094】三次元造形装置100Aは、第1実施形態の三次元造形装置100と類似の構成となっているが、薄層形成部60が異なっている。この薄層形成部60の構成を以下で説明する。

【0095】薄層形成部60は、第1実施形態の薄層形成部20と同様に、伸展ローラ61と、粉末供給機構62と、駆動部69とを備えて構成される。この薄層形成部60は駆動部69によってX方向に沿って往復移動可能となっている。そして、伸展ローラ61および粉末供給機構62は、Y方向に長く伸びており、駆動部69によるX方向に沿った1回の動作で、造形部40に粉末材料の薄層形成を行うことができるように構成されている。

【0096】図10は、粉末供給機構62の要部構成を示す図である。ここで、図10(a)は、XZ平面に関する粉末供給機構62の断面図であり、図10(b)は、粉末供給機構62を下方から見た図である。

【0097】粉末供給機構62の上部側は、異なる粉末材料を収容するための2つの粉末容器63a、63bを有しており、粉末容器63a、63bの下部には多孔質の供給ローラ64a、64bが設けられている。また、粉末供給機構62は、30枚のシャッター65と、シャッター65を駆動するアクチュエータ66とを備えている。

【0098】それぞれのシャッター65は、駆動制御部12からの指令に基づきアクチュエータ66によって、開口Ha、Hbにおける開状態SOと閉状態SCとの切替えが可能となっている。このシャッター65の開閉制御により、粉末容器63a、63bに収容される2種類の粉末材料を選択的に供給して、粉末材料の層形成を行えることとなる。この粉末容器63a、63bには、例えば粒径の異なる2種類の粉末材料が収容される。

【0099】＜三次元造形装置100Aの動作＞三次元造形装置100Aの動作は、図3のフローチャートに示す動作とほぼ等しいが、ステップS5に対応する粉末材料の薄層の形成動作が異なる。

【0100】この薄層の形成動作では、薄層形成部60を+X方向に沿った移動を行いつつ、粉末容器63a、63bに収容される2種類の粉末材料の供給を行う。具体的には、図10(b)に示すように、粉末供給機構62においてY方向に同位置となる2つの開口Ha、Hbのうち一方を開状態、他方を閉状態とすることで、2種類の粉末材料を選択的に供給する。

【0101】図11は、この薄層形成部60によって造形ステージ42上に形成された粉末材料の層の一例を示す図である。

【0102】図11に示すように、粉末容器63a内の粉末材料82aと、粉末容器63b内の粉末材料82b（平行斜線部）とで粉末層1層の形成が行われる。このような層形成により、三次元造形物の一部において、表面荒さや強度などを他の部分と異ならせることができるため、三次元造形のバリエーションが増すこととなる。

【0103】以上のような三次元造形装置100Aの動作により、第1実施形態の三次元造形装置100と同様の効果を発揮することとなる。さらに、複数の粉末材料を三次元造形に使用できるため、造形の自由度が向上する。

【0104】＜第3実施形態＞本発明の第3実施形態に係る三次元造形装置100Bは、第1実施形態の三次元造形装置100と類似の構成となっているが、バインダ付与部30Bの構成が異なっている。このバインダ付与部30Bの構成を以下で説明する。

【0105】図12は、バインダ付与部30Bの要部構成を示す図である。

【0106】バインダ付与部30Bは、各色のインクを吐出する吐出ノズル37a～37dと、紫外線硬化樹脂のバインダを吐出する吐出ノズル37eとの間に、紫外線照射部39が配設されている。

【0107】すなわち、吐出ノズル37eを有して付与手段として機能するバインダ吐出ユニットUbは、層形成手段として機能する伸展ローラ21と、紫外線照射部39を有して放射手段として機能する紫外線照射ユニットUvとの間に配置されることとなる。

【0108】＜三次元造形装置100Bの動作＞三次元

造形装置100Bの動作は、図3のフローチャートに示す動作とほぼ等しいが、ステップS5～S7が粉末層に関して並列的に行われることが異なる。

【0109】図13は、三次元造形装置100Bの動作概要を示す図である。図13(a)は、バインダ付与部30Bの往路(+X方向)の動作を示しており、図13(b)は、バインダ付与部30Bの復路(-X方向)の動作を示している。

【0110】図13(a)に示すように、伸展ローラ21を+X方向に移動させるとともに、色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUvおよびバインダ吐出ユニットUbを一体として+X方向に移動させる。

【0111】ここでは、粉末供給機構20により供給された粉末の塊Kaに対して、伸展ローラ21によって粉末材料の層の形成を行いつつ、バインダ吐出ユニットUbから紫外線硬化樹脂のバインダを吐出するとともに、紫外線照射ユニットUvを+X方向に副走査して粉末材料の層に紫外線を照射する。さらに、色インク吐出ユニットUcから各色のインクを粉末層に吐出する。

【0112】すなわち、伸展ローラ21の能動化と並行して、バインダ吐出ユニットUb、紫外線照射ユニットUvおよび色インク吐出ユニットUcを能動化(ON)することによって、往路において粉末材料の結合体を生成できるとともに、これに彩色を施すことができる。

【0113】そして、図13(b)に示すように、-X方向の復路においては、伸展ローラ21、バインダ吐出ユニットUb、紫外線照射ユニットUvおよび色インク吐出ユニットUcを能動化させずに、往路の移動速度より大きな移動速度で、初期位置まで戻る動作を行う。

【0114】以上の動作を繰り返すことにより、粉末材料の層ごとに順次に結合体が生成され、バインダで結合されなかった粉末材料と分離することによって、三次元造形物が生成できることとなる。

【0115】以上の三次元造形装置100Bの動作により、第1実施形態の三次元造形装置100と同様の効果が発揮できる。また、往路において造形および彩色の動作を行い、復路ではこれらの動作を省略し高速で移動するため、三次元造形時間を短縮できる。

【0116】なお、各ユニットの配列は、三次元造形装置100Bの配置に限らず、図14に示すような構成でも良い。

【0117】図14に示す構成では、バインダ吐出ユニットUb、色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUvの順に伸展ローラ21から配置されている。ここでは、往路においては、図14(a)に示すように伸展ローラ21およびバインダ吐出ユニットUbを能動化してバインダを粉末層に吐出するとともに、紫外線照射ユニットUvを能動化して紫外線を照射する。一方、復路においては、図14(b)に示すように紫外線照射ユニットUvを能動化して粉末層に2回目の紫外線照射を行う

とともに、色インク吐出ユニットUcを能動化して各色のインクを吐出する。

【0118】以上の動作により、粉末層へのインク塗布前に2回の紫外線照射が行えるため、紫外線硬化樹脂のバインダを強固に硬化することができ、彩色を適切に行えることとなる。また、バインダ吐出ユニットUbと紫外線照射ユニットUvとが隣接しないため、紫外線照射ユニットUvからの紫外光漏れに起因するバインダ吐出ユニットUvの吐出ノズル37eの目詰まりを防止できる。

【0119】また、各ユニットの配列は、図15に示すような構成でも良い。

【0120】図15に示す構成では、色インク吐出ユニットUc、バインダ吐出ユニットUb、紫外線照射ユニットUvの順に伸展ローラ21から配置されている。ここでは、往路においては、図15(a)に示すように伸展ローラ21およびバインダ吐出ユニットUbを能動化してバインダを粉末層に吐出するとともに、紫外線照射ユニットUvを能動化して紫外線を照射する。一方、復路においては、紫外線照射ユニットUvを能動化して粉末層に2回目の紫外線照射を行うとともに、色インク吐出ユニットUcを能動化して各色のインクを吐出する。

【0121】以上の動作により、インク塗布前に2回の紫外線照射が行えるため、紫外線硬化樹脂のバインダを強固に硬化することができ、彩色を適切に行えることとなる。また、バインダ吐出ユニットUbと紫外線照射ユニットUvとが隣接するため、粉末層にバインダが塗布されてから紫外線が照射されるまでの時間を短くできる。これにより、粉末層におけるバインダのにじみが抑制できるため、より高精度および高精細の造形が可能となる。

【0122】さらに、各ユニットの配列は、図16に示すような構成でも良い。

【0123】図16に示す構成では、図14と同様に、バインダ吐出ユニットUb、色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUvの順に伸展ローラ21から配置されている。さらに、各ユニットUb、Uc、Uvの上方には、造形エリア全体、すなわち造形ステージ42上の粉末層全面に照射するための固定紫外線照射ユニットUwが配設されている。ここで、往路においては、図16(a)に示すように伸展ローラ21およびバインダ吐出ユニットUbを能動化してバインダを粉末層に吐出し、紫外線照射ユニットUvを能動化して紫外線を照射するとともに、固定紫外線照射ユニットUwから造形エリア全体に紫外線を照射する。一方、復路においては、図16(b)に示すように紫外線照射ユニットUvを能動化して粉末層に2回目の紫外線照射を行い、色インク吐出ユニットUcを能動化して各色のインクを吐出するとともに、固定紫外線照射ユニットUwから造形エリア全体に紫外線を照射する。

【0124】以上の動作により、図14の場合と同様の効果を発揮するとともに、紫外線照射ユニットUvからの紫外線照射に、固定紫外線照射ユニットUwからの紫外線照射が補助的に加わるため、紫外線照射量が増加し強固にバインダを硬化させることができる。

【0125】＜第4実施形態＞本発明の第4実施形態に係る三次元造形装置100Cは、第1実施形態の三次元造形装置100と類似の構成となっているが、薄層形成部20Cおよびバインダ付与部30Cの構成が異なっている。この薄層形成部20Cおよびバインダ付与部30Bの構成を以下で説明する。なお、図17に示すように、薄層形成部20Cの伸展ローラ21を含む機構を伸展ユニットUpとする。

【0126】バインダ付与部30Cは、図17に示すように、色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUv、バインダ吐出ユニットUbの順に伸展ユニットUpから配置されている。これは、第3実施形態のバインダ付与部30Bの各ユニットの配置をX方向に鏡対象とする配置となっており、-X方向への復路において造形および彩色を行えることとなる。そして、伸展ユニットUp、色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUv、バインダ吐出ユニットUbのそれぞれは、保持手段として機能する1の台板上に配設され一体化されて保持されており、また紫外線照射ユニットUvが伸展ユニットUpとバインダ吐出ユニットUbとの間に配置されている。また、各ユニットUv、Uc、Ub、Upは一体となってX方向に伸びるガイドGに接続されており、ガイドGに沿ってX方向に移動可能となっている。

【0127】バインダ吐出ユニットUbおよび色インク吐出ユニットUcは、Y方向に移動(主走査)可能な吐出ヘッドHb、Hcが設けられている。これらの吐出ヘッドHb、Hcは、主走査を行うとともに、ガイドGに沿った副走査を行うことで粉末材料の層における所望の領域にバインダおよび色インクを塗布できることとなる。

【0128】＜三次元造形装置100Cの動作＞三次元造形装置100Cの動作は、図3のフローチャートに示す動作とほぼ同様となっているが、伸展ユニットUpと色インク吐出ユニットUcと紫外線照射ユニットUvとバインダ吐出ユニットUbとが一体となってX方向に移動するため、以下の考慮が必要となる。

【0129】吐出ヘッドHb、Hcを有する各ユニットUb、Ucでは、Y方向への主走査が完了しない限り、X方向への副走査が行えないため、X方向への移動が断続的に、すなわち連続してスムーズに行われないこととなる。これは、伸展ユニットUpのX方向への移動が、粉末材料を均一に展開させる観点から連続して行うのが好ましいことに反することとなる。

【0130】そこで、+X方向に移動する往路においては、伸展ユニットUpの前方に供給される粉末材料に対して伸展ユニットUpのみを能動化させて均一な粉末層

を形成する。一方、 $-X$ 方向に移動する復路においては、伸展ユニットUp以外の色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUvおよびバインダ吐出ユニットUbを能動化して、バインダ塗布、紫外線照射およびカラーリングを行う。

【0131】すなわち、往路において伸展ユニットUpを能動化し粉末材料の層が形成された後に、バインダ付与ユニットと紫外線照射ユニットとを能動化して粉末材料の層に係る結合体を形成することとなる。

【0132】以上の三次元造形装置100Cにおいては、各ユニットUb、Uv、Uc、Upが一体として配設されるため、装置構成を簡素化できるとともに、粉末材料の薄層形成と他の動作とを独立して行うため、粉末層の形成が適切に行える。また、この三次元造形装置100Cの構成では、図1に示すような粉末供給機構22による上方からの粉末供給に適用できるとともに、造形部40の内部から粉末材料を上方に押出して供給する下方からの粉末供給にも適用できることとなる。

【0133】なお、三次元造形装置100Cの構成に限らず、図18に示すような各ユニットの構成でも良い。

【0134】ここでは、図18に示すように、バインダ吐出ユニットUb、紫外線照射ユニットUv、色インク吐出ユニットUcの順に伸展ユニットUpから配置されている。そして、三次元造形装置100Cと同様に、伸展ユニットUp、バインダ吐出ユニットUb、紫外線照射ユニットUv、色インク吐出ユニットUcのそれぞれは、1の台板上に配設され一体化されて保持されており、またバインダ吐出ユニットUbが伸展ユニットUpと紫外線照射ユニットUvとの間に配置されている。また、各ユニットUv、Uc、Ub、Upは一体となってX方向に伸びるガイドGに接続されており、ガイドGに沿ってX方向に移動可能となっている。

【0135】図18に示す装置においては、三次元造形装置100Cと同様に、往路(+X方向)において、伸展ユニットUpの前方に供給される粉末材料に対して伸展ユニットUpのみを能動化させて均一な粉末材料の層を形成する。一方、復路(-X)において、伸展ユニットUp以外の色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUvおよびバインダ吐出ユニットUbを能動化させて、バインダ塗布、紫外線照射およびカラーリングを行う。これにより、上記の三次元造形装置100Cと同様の効果を発揮できる。なお、上方からの粉末供給については、供給された粉末材料の塊が往路において、伸展ユニットUpより先にバインダ吐出ユニットUbおよび色インク吐出ユニットUcの下方を通過するため、粉末材料の塊の最上端がバインダ吐出ユニットUbおよび色インク吐出ユニットUcの最下端と接触しないように留意することが必要となる。

【0136】また、三次元造形装置100Cのように各ユニットが一体として形成されるのは必須でなく、図1

9および図20に示すように、伸展ユニットUpとバインダ付与部とが分離されている構成でも良い。すなわち、この構成では、1の台板上にバインダ吐出ユニットUb、紫外線照射ユニットUvおよび色インク吐出ユニットUcを配設し、伸展ユニットUpは別に設けることとなる。この場合には、バインダ付与部を軽量化できるため、X方向の移動を迅速に行えることとなる。なお、伸展ユニットUpと、バインダ付与部のユニットUb、Uv、Ucとを独立に移動できるため、バインダ付与部の断続的な移動と独立して、伸展ユニットUpを連続的にスムーズに移動できる。これにより、往路において粉末層の形成とともに、バインダ塗布等の動作も行えることとなる。

【0137】<第5実施形態>本発明の第5実施形態に係る三次元造形装置100Dは、第4実施形態の三次元造形装置100Cと類似の構成となっているが、薄層形成部20Dおよびバインダ付与部30Dの構成が異なっている。すなわち、第4実施形態の三次元造形装置100Cでは、各ユニットUb、Uv、Uc、Upが一体となっているが、三次元造形装置100Dでは、各ユニットUb、Uv、Uc、Upが分離された構成となっている。

【0138】バインダ付与部30Dは、図21に示すように、紫外線照射ユニットUv、色インク吐出ユニットUc、バインダ吐出ユニットUb、伸展ユニットUpの順に配置されている。そして、伸展ユニットUp、バインダ吐出ユニットUb、色インク吐出ユニットUc、紫外線照射ユニットUvのそれぞれは、X方向に伸びるガイドGに接続されている。このガイドGに沿って、各ユニットUv、Uc、Ub、Upが独立してX方向に移動可能となる。

【0139】バインダ吐出ユニットUbおよび色インク吐出ユニットUcは、Y方向に移動(主走査)可能な吐出ヘッドHb、Hcが設けられている。

【0140】三次元造形装置100Dの動作は、三次元造形装置100Cの動作と異なり、X方向において各ユニットUv、Uc、Ub、Upを独立に移動できるため、往路で伸展ユニットUpを能動化させて薄層形成のみを行う必要がなくなる。すなわち、例えば、往路(+X方向)においては、伸展ユニットUpとバインダ吐出ユニットUbと紫外線照射ユニットとを能動化させて粉末層に結合体を形成し、復路(-X方向)においては、色インク吐出ユニットUcを能動化させてカラーリングを行えることとなる。

【0141】以上の三次元造形装置100Dの動作により、上記の各実施形態と同様に、適切に三次元造形物が生成できる。また、各ユニットが独立して移動できるため、造形動作および彩色動作の自由度が向上する。

【0142】なお、三次元造形装置100Dの構成に限らず、図22に示すような構成でも良い。

【0143】図22に示す構成では、バインダ吐出ユニットUb、紫外線照射ユニットUv、色インク吐出ユニットUc、伸展ユニットUpの順に配置されて、それぞれガイドGに接続されている。そして、三次元造形装置100Dと同様に、各ユニットが独立して移動可能な構成となっているため、造形動作および彩色動作の自由度が向上することとなる。

【0144】また、三次元造形装置100Dのように各ユニットが全て分離されているのは必須でなく、図23に示すように、バインダ吐出ユニットUbと色インク吐出ユニットUcとを一体とするバインダ・色インク吐出ユニットUbcを有する構成でも良い。

【0145】このバインダ・色インク吐出ユニットUbcは、三次元造形装置100Dにおけるバインダの吐出ヘッドHbと色インクの吐出ヘッドHcとを一体化した吐出ヘッドHbcを有している。

【0146】図24は、吐出ヘッドHbcの要部構成を示す平面図である。

【0147】吐出ヘッドHbcは、複数の吐出孔を有するバインダ吐出孔部Qbと、複数の吐出孔を有するYインク吐出孔部Qy、Mインク吐出孔部QmおよびCインク吐出孔部QcとがY方向に関して並列に配列された構成となっている。

【0148】このような吐出ヘッドHbcの構成により、吐出ヘッドHbcをY方向に主走査するための駆動機構が簡素化できる。

【0149】なお、吐出ヘッドについては、図25に示す吐出ヘッドHbc1のように、ランプやLEDを利用する紫外線の光源Lvを有するものでも良い。この場合、吐出ヘッドHbc1を方向M1(+Y方向)に移動させつつバインダ吐出孔部Qbからバインダを吐出し、その直後に光源Lvから紫外線を照射できる。これにより、光源Lvの主走査が行え、またバインダ・色インク吐出ユニットUbcのX方向への移動、すなわち副走査が加わることにより、粉末層の全面に光源Lvによる紫外線照射が可能となる。ここでは、主走査が完了すれば、X方向のスキャン(走査)幅Scだけ吐出ヘッドHbc1を移動させる。なお、光源Lvの長さについては、図25中に示す仮想線まで延長しても良い。

【0150】また、吐出ヘッドについては、図26に示す吐出ヘッドHbc2のように、2個の紫外線の光源Lv1、Lv2を有するものでも良い。これらの光源Lv1、Lv2は、それぞれバインダ吐出孔部Qbを挟んで両側に設けられている。この場合、吐出ヘッドHbc2を双方向M2に移動させつつ、バインダ塗布および紫外線照射を行えることとなる。すなわち、往路ではバインダ吐出孔部Qbからバインダを吐出しつつ光源Lv1から紫外線を照射し、一方、復路ではバインダを吐出しつつ光源Lv2から紫外線を照射する。

【0151】さらに、吐出ヘッドについては、図24に

示すような吐出孔部の並列的な配列でなく、図27に示す吐出ヘッドHbc3のように孔部の直列的な配列でも良い。

【0152】吐出ヘッドHbc3は、複数の吐出孔を有するバインダ吐出孔部Rb、Yインク吐出孔部Ry、Mインク吐出孔部RmおよびCインク吐出孔部RcがY方向に関して直列に配列された構成となっている。このような吐出ヘッドHbc3の構成においても、バインダおよび色インクの吐出を行う吐出ヘッドHbcをY方向に主走査するための駆動機構が簡素化できることとなる。

【0153】なお、吐出ヘッドHbc3においては、バインダ吐出孔部Rbと、Yインク吐出孔部Ry、Mインク吐出孔部RmおよびCインク吐出孔部Rcとの間に、紫外線の光源Lv3が介挿される吐出ヘッドHbc4の構成でも良い。この場合、吐出ヘッドHbc4を方向M3(+Y方向)に移動させつつバインダ吐出孔部Rbからバインダを吐出し、その直後に光源Lv3から紫外線を照射できる。そして、主走査が完了すれば、X方向のスキャン幅Scだけ吐出ヘッドHbc1を移動させる副走査を行う。

【0154】また、吐出ヘッドについては、図29に示す吐出ヘッドHbc5および図30に示す吐出ヘッドHbc6のように、2個の紫外線の光源Lv4、Lv5を有するものでも良い。これらの光源Lv4、Lv5は、それぞれバインダ吐出孔部Rbと、インク吐出孔部Ry、Rm、Rcとの間に介挿されている。この場合、上記の吐出ヘッドHbc2と同様に、吐出ヘッドHbc5、Hbc6を双方向M4に移動させつつ、バインダ塗布および紫外線照射を行える。

【0155】なお、図24に示す吐出ヘッドHbc等については、図31(a)に示すような構成であることが好ましい。すなわち、吐出ヘッドHbcを着脱自在に保持するヘッドマウントMtを設けるようにする。このヘッドマウントMtにより、図31(b)に示すように隣接する紫外線照射ユニットUvから漏洩する紫外光Lu(平行斜線部)を遮光できるとともに、粉末層82上で飛散した粉末材料Pwから吐出ヘッドHbcを保護できることとなる。

【0156】＜変形例＞

◎上記の第2実施形態の三次元造形装置については、粉末材料の1層ごとに2種類の粉末材料を用いるのは必須ではなく、三次元造形物ごとに複数の粉末材料を選択しても良い。この場合には、除去される粉末材料が同種のものとなるため、再利用が容易となる。

【0157】◎上記の第2実施形態における2種類の粉末材料は、粒子径の異なる組合せに限らず、安価な材料と高価な材料との組合せなどでも良い。この場合には、造形物の目立つ部分などに高価な粉末材料を使用し、それ以外には安価な材料を使用することで、三次元造形物のコストを抑えることができる。

【0158】また、軽量な材料と重い材料との組合せでも良い。この場合には、三次元造形物の重量のバランスをコントロールできる。

【0159】◎上記の各実施形態における彩色については、Y、M、Cの3原色のインクを塗布するのは必須でなく、R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の3原色を塗布しても良い。

【0160】また、インクにより彩色を行うのは必須ではなく、トナーなどで彩色を行っても良い。

【0161】◎上記の各実施形態のバインダについては、紫外線硬化樹脂のように紫外領域の波長の光に反応して硬化するものを使用するのは必須でなく、例えば、可視光硬化樹脂のように可視領域の波長の光に反応して硬化する液状のものを使用しても良く、また熱硬化樹脂のように特定の熱エネルギーに反応して硬化する液状のものを使用しても良い。

【0162】この可視光硬化樹脂を使用する場合には、上述した紫外線照射部の代わりに、可視領域の波長の光を照射する手段が設けられる。また、熱硬化樹脂を使用する場合には、上述した紫外線照射部の代わりに、熱エネルギーを放出するヒータが設けられることとなる。

【0163】◎図20に示す構成のバインダ付与部においては、図32に示すように吐出ヘッドHb、Hcを共通の駆動機構Dvで連結して、それぞれの吐出ヘッドHb、Hcを同期させ走査するようにしても良い。この場合、吐出ヘッドHb、Hcを駆動する駆動機構が簡素化できることとなる。

【0164】◎バインダ吐出ユニットUbについては、図33に示すように吐出ヘッドHbに紫外線を照射する2個の光源Lv6が付加される構成でも良い。この構成により、バインダ吐出ユニットUbの副走査および、吐出ヘッドHbの主走査によって、光源Lv6による粉末層の全面に紫外線照射が可能となる。この際には、光源Lv6からは、紫外線照射ユニットUvより強度の大きい紫外線を照射するようにする。これは、紫外線硬化樹脂のバインダに対して、強い紫外線を先に照射し、弱い紫外線を後で照射するとバインダの硬化が容易となるためである。これにより、バインダを適切に硬化できることとなる。

【0165】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請求項28の発明によれば、粉末材料の層における選択領域に対して特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与し、付与された結合剤に対して特定のエネルギーを放射するため、短時間で三次元造形物を生成できる。

【0166】特に、請求項2および請求項18の発明においては、順次に形成される粉末材料の層ごとに特定のエネルギーを放射するため、三次元造形を確実に実行する。

【0167】また、請求項3および請求項19の発明に

おいては、粉末材料の結合体が形成された後、粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与するため、彩色において色再現性や分解能が向上する。

【0168】また、請求項4および請求項20の発明においては、複数のノズルから異なる色の着色キャリアを吐出するため、彩色の表現力が向上する。

【0169】また、請求項5および請求項21の発明においては、彩色領域が三次元造形物における表面近傍であるため、彩色範囲を少なくできる。

【0170】また、請求項6および請求項22の発明においては、結合剤が所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化するため、適切に結合剤の硬化が行える。

【0171】また、請求項7および請求項23の発明においては、結合剤が熱エネルギーに反応して硬化するため、適切に結合剤の硬化が行える。

【0172】また、請求項8および請求項24の発明においては、複数種類の粉末材料を選択的に供給するため、造形の自由度が向上する。

【0173】また、請求項9および請求項25の発明においては、粉末材料の層ごとに複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給するため、造形の自由度がより向上する。

【0174】また、請求項10および請求項26の発明においては、圧電素子によって結合剤を吐出するため、結合剤の物性によらず、安定した吐出が可能となる。

【0175】また、請求項11の発明においては、層形成手段の能動化と並行して付与手段と放射手段とを能動化し、粉末材料の層に係る結合体を形成するため、造形時間の短縮化が図れる。

【0176】また、請求項12の発明においては、付与手段が層形成手段と放射手段との間に設けられるため、造形時間の短縮化のための構成を簡易に実現できる。

【0177】また、請求項13の発明においては、層形成手段を能動化して粉末材料の層が形成された後に、付与手段と放射手段とを能動化して粉末材料の層に係る結合体を形成するため、粉末材料の層の形成が適切に行える。

【0178】また、請求項14の発明においては、層形成手段と付与手段と放射手段とを一体として保持する保持手段では放射手段が層形成手段と付与手段との間に配置されるため、装置構成を簡素化できるとともに、粉末材料の層が適切に形成できる。

【0179】また、請求項15の発明においては、層形成手段と付与手段と放射手段とを一体として保持する保持手段では付与手段が層形成手段と放射手段との間に配置されるため、装置構成を簡素化できるとともに、粉末材料の層が適切に形成できる。

【0180】また、請求項16の発明においては、放射手段が主走査および／または副走査を伴って特定のエネルギーを放射するため、粉末材料の層に対して特定のエ

エネルギーを効率よく放射できる。

【0181】また、請求項27の発明においては、層形成工程と並行して付与工程と放射工程とを行い、粉末材料の層に係る結合体を形成するため、造形時間の短縮化が図れる。

【0182】また、請求項28の発明においては、層形成工程において粉末材料の層が形成された後に、付与工程と放射工程とを行って粉末材料の層に係る結合体を形成するため、粉末材料の層の形成が適切に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る三次元造形装置100の要部構成を示す図である。

【図2】ヘッド部34の要部構成を示す図である。

【図3】三次元造形装置100の基本的な動作を示すフローチャートである。

【図4】断面データの一例を示す図である。

【図5】三次元造形装置100の動作を説明する図である。

【図6】シアンについての階調表現の一例を示す図である。

【図7】淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。

【図8】彩色のための基本集合領域が複数個集合したものを示す図である。

【図9】本発明の第2実施形態に係る三次元造形装置100Aの要部構成を示す図である。

【図10】粉末供給機構62の要部構成を示す図である。

【図11】薄層形成部60によって造形ステージ42上に形成された粉末材料の層の一例を示す図である。

【図12】本発明の第3実施形態に係るバインダ付与部30Bの要部構成を示す図である。

【図13】三次元造形装置100Bの動作概要を説明する図である。

【図14】三次元造形における他の動作を説明する図である。

【図15】三次元造形における他の動作を説明する図である。

【図16】三次元造形における他の動作を説明する図である。

【図17】本発明の第4実施形態に係る薄層形成部20Cおよびバインダ付与部30Bの要部構成を示す図である。

【図18】薄層形成部およびバインダ付与部における他の構成を示す図である。

【図19】薄層形成部およびバインダ付与部における他の構成を示す図である。

【図20】薄層形成部およびバインダ付与部における他

の構成を示す図である。

【図21】本発明の第5実施形態に係る薄層形成部20Dおよびバインダ付与部30Dの要部構成を示す図である。

【図22】薄層形成部およびバインダ付与部における他の構成を示す図である。

【図23】薄層形成部およびバインダ付与部における他の構成を示す図である。

【図24】吐出ヘッドHbcの要部構成を示す平面図である。

【図25】吐出ヘッドHbc1の要部構成を示す平面図である。

【図26】吐出ヘッドHbc2の要部構成を示す平面図である。

【図27】吐出ヘッドHbc3の要部構成を示す平面図である。

【図28】吐出ヘッドHbc4の要部構成を示す平面図である。

【図29】吐出ヘッドHbc5の要部構成を示す平面図である。

【図30】吐出ヘッドHbc6の要部構成を示す平面図である。

【図31】吐出ヘッドHbcの構成を説明する図である。

【図32】本発明の変形例に係る吐出ヘッドの構成を示す図である。

【図33】変形例に係るバインダ吐出ユニットの構成を示す図である。

【符号の説明】

10 制御部

20、60 薄層形成部

23、63a、63b 粉末容器

30 バインダ付与部

32a～d インクタンク

33 バインダタンク

34 ヘッド部

38 遮光板

39 紫外線照射部

40 造形部

65 シャッター

100、100A、100B、100C、100D 三次元造形装置

Hb、Hc、Hbc 吐出ヘッド

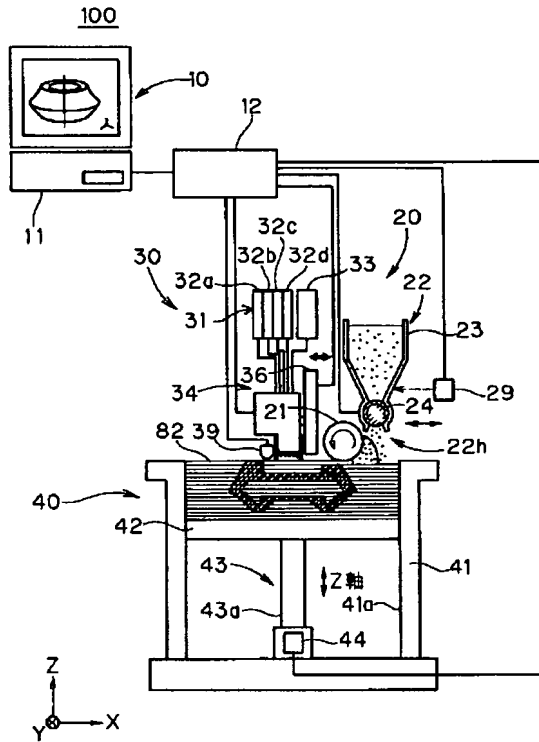
Ub バインダ吐出ユニット

Uc 色インク吐出ユニット

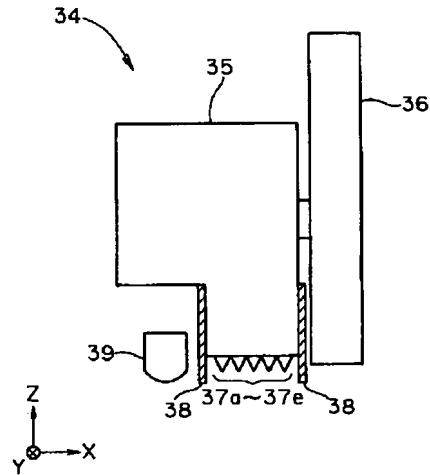
Up 伸展ユニット

Uv 紫外線照射ユニット

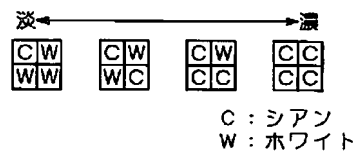
【図1】



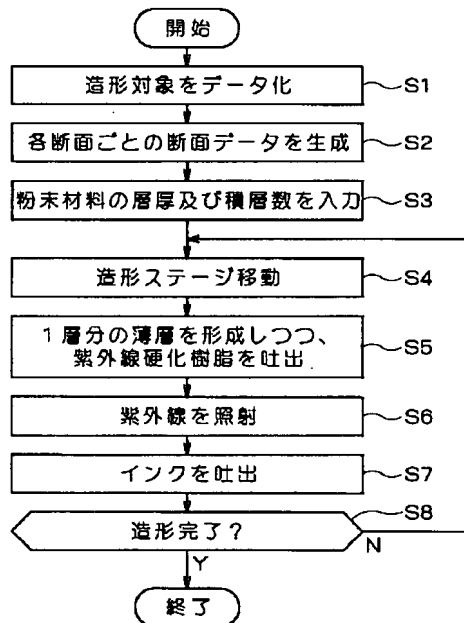
【図2】



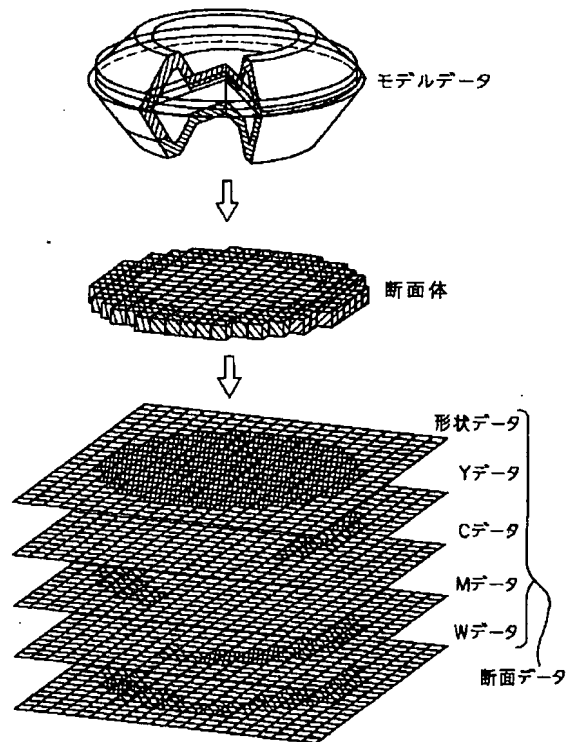
【図6】



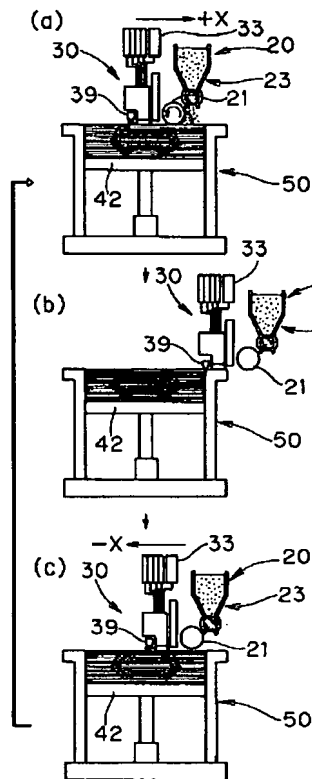
【図3】



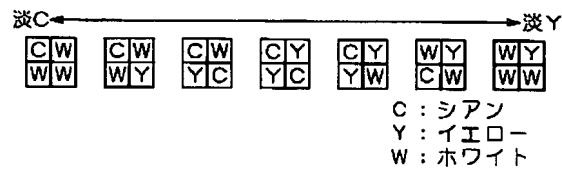
【図4】



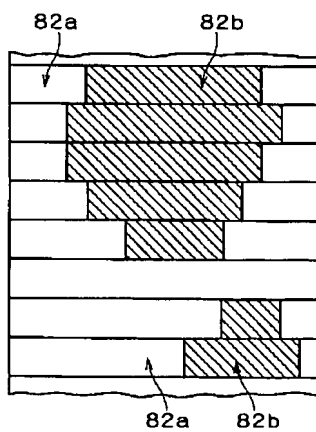
【図5】



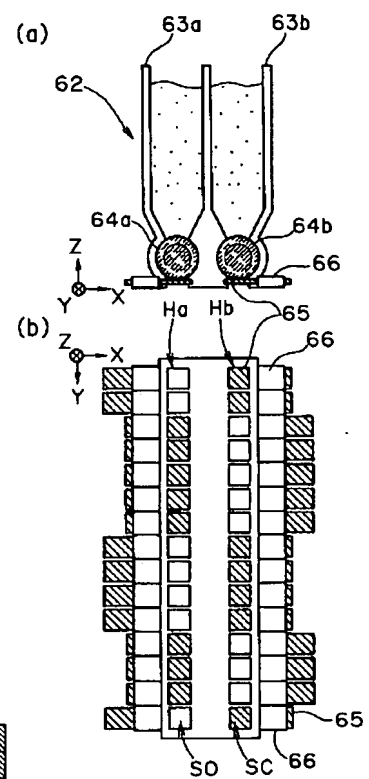
【図7】



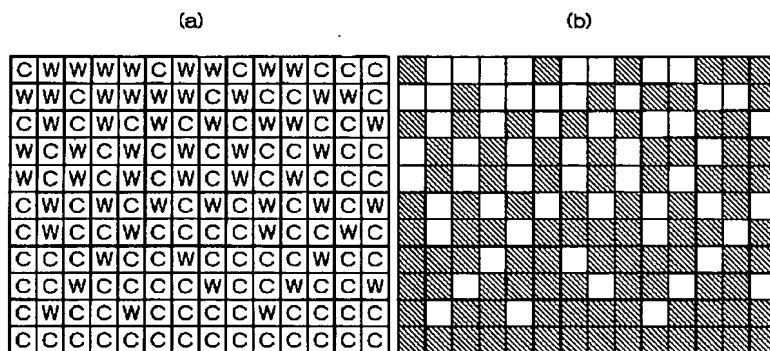
【図11】



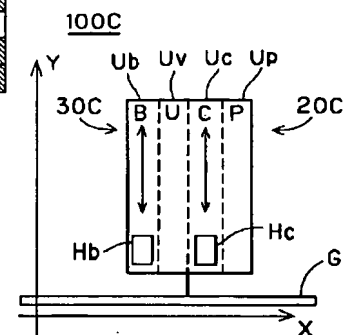
【図10】



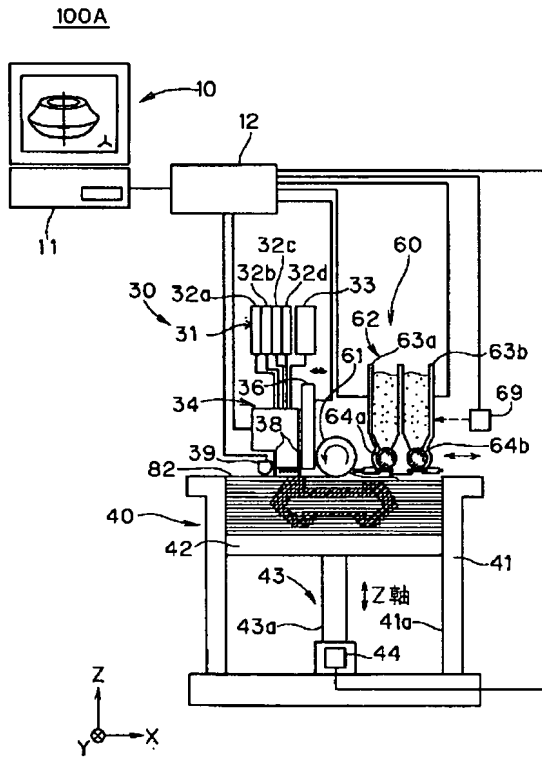
【図8】



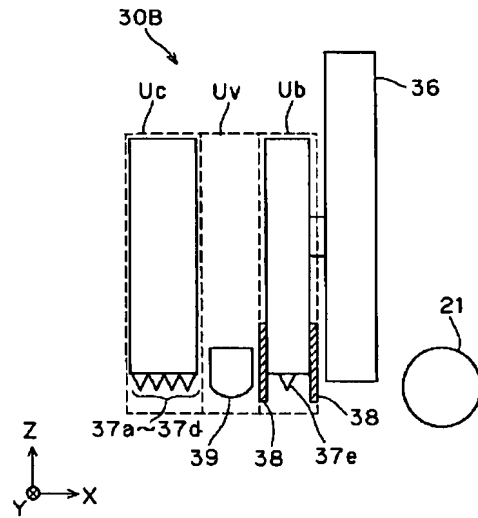
【図17】



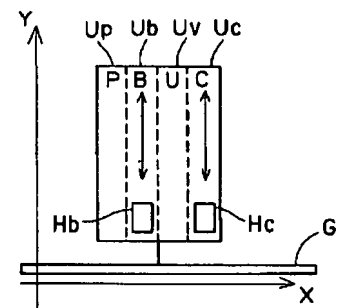
【図9】



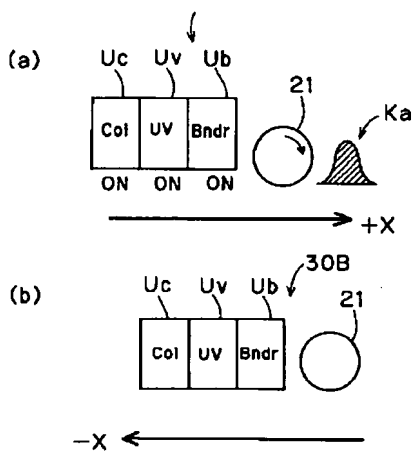
【図12】



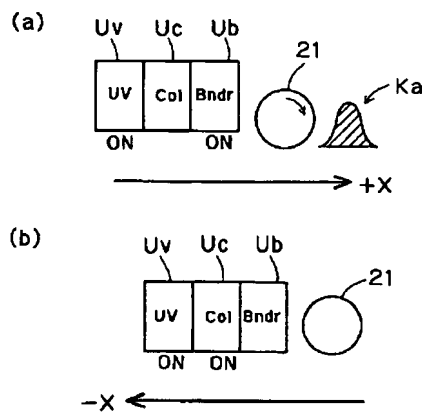
【図18】



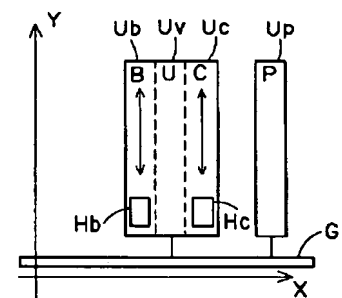
【図13】



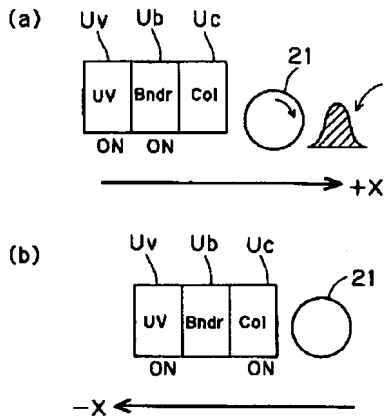
【図14】



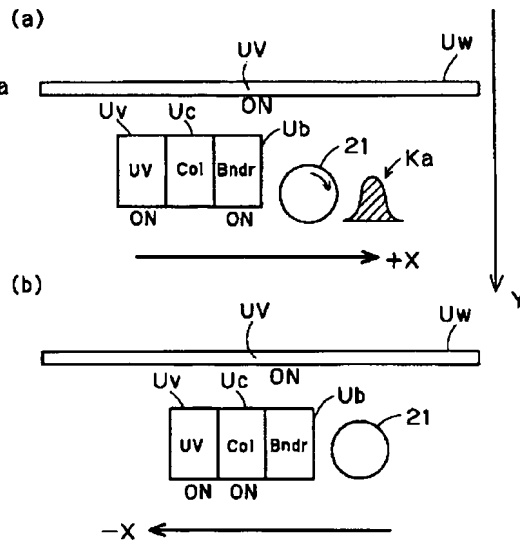
【図19】



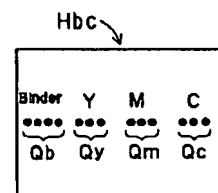
【図15】



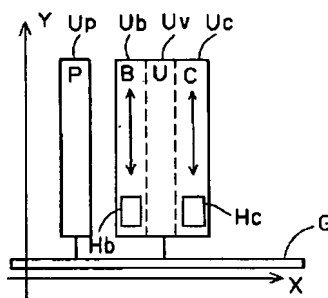
【図16】



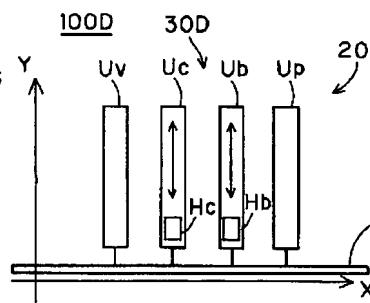
【図24】



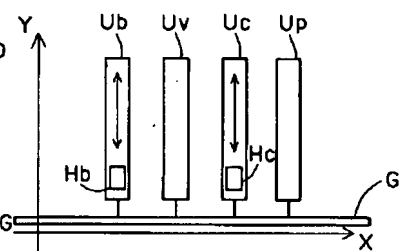
【図20】



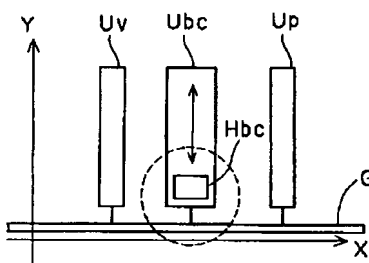
【図21】



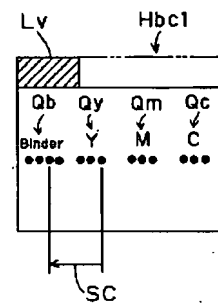
【図22】



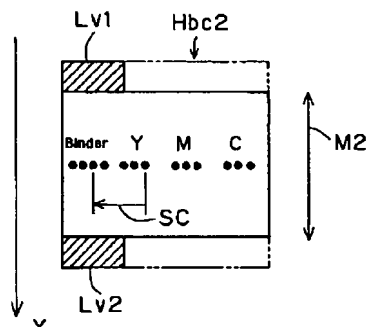
【図23】



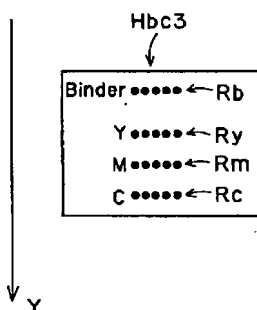
【図25】



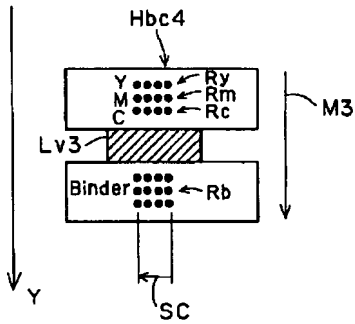
【図26】



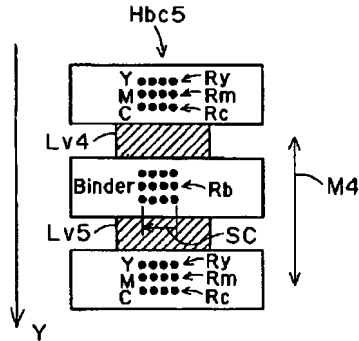
【図27】



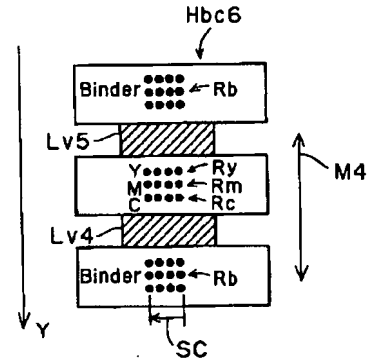
【図28】



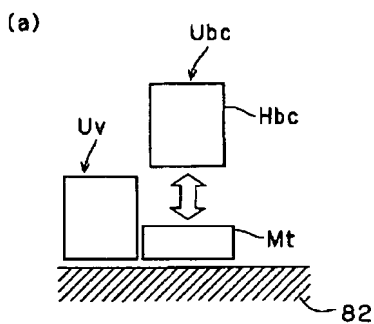
【図29】



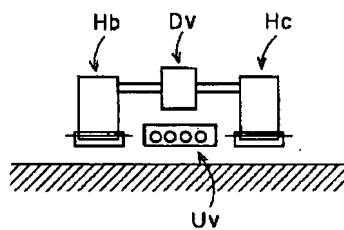
【図30】



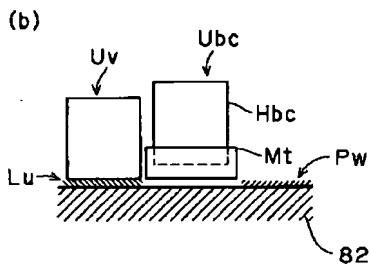
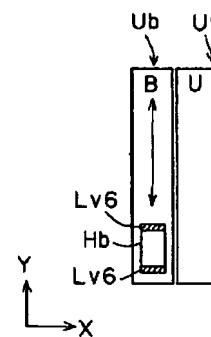
【図31】



【図32】



【図33】



フロントページの続き

(72)発明者 和田 晃

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 宮崎 誠

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 4F213 AA21 AA36 AA39 AB12 AC04
WA25 WL04 WL10 WL13 WL24
WL43 WL67 WL74 WL87 WL96
WW33 WW34